

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Návrh konstrukčního přípravku k ustanovení děrovací
jednotky vůči adaptéru.

Proposal of Constructial Preparation to Setting
Punching Unit in the Face of Adapter

Student: Jaroslav Dubský

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Jaroslav Dubský**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Návrh konstrukčního přípravku k ustavení děrovací jednotky vůči adaptéru
Proposal of Constructial Preparation to Setting Punching Unit in the Face of Adapter

Zásady pro vypracování:

1. Analýza dané problematiky.
2. Popis děrovacího stroje.
3. Návrh konstrukčního přípravku.
4. Zpracování výsledků.
5. Zhodnocení a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje: I. díl, Řezné nástroje*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2006. ISBN 80-7078-941-7.
[2] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje: II. díl, Přípravky*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava. 1991.
[3] ZEMČÍK, O. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno : Akademické nakladatelství CERM. 2003. 80-214-2336-6.
[4] DUŠÁK, K. *Obráběcí přípravky*. Liberec : Technická univerzita v Liberci. 2007. 978-80-7372-260-9.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.**

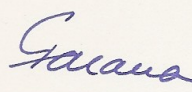
Konzultant bakalářské práce: Ing. David Šťastný

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě21.5.2012

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Jaroslav Dubský', written over a horizontal dotted line.

Jaroslav Dubský

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude v elektronické formě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.5.2012



Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Jaroslav Dubský

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Kostelec u Kyjova 34

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

DUBSKÝ, J. *Návrh konstrukčního přípravku k ustanovení děrovací jednotky vůči adaptéru: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2012, 36 s. Vedoucí práce: Petřkovská, L

Bakalářská práce se zabývá praktickým hledáním vhodného řešení pro zvýšení jakosti výrobků, zhotovených na jednoúčelovém stroji. V úvodu jsou zpracovány teorie a technologie, jejichž znalost je nezbytná pro úspěšné zpracování práce. Na základě těchto znalostí se uskutečnil rozbor stávající situace dané problematiky. Poté bylo navrženo řešení odpovídající daným požadavkům. V závěru je zhodnoceno toto řešení, které mělo za následek zlepšení jakosti výrobků a zvýšení životnosti nástrojů na tomto stroji.

ANNOTATION OF THESIS

DUBSKÝ, J. *Proposal of Constructial Preparation to Setting Punching Unit in the Face of Adapter: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of machining and assembly, 2012, 35 p. Thesis head : Petřkovská, L

Bachelor thesis is dealing with the search of suitable solutions to increase product quality, made on a dedicated machine. The introduction contains the theory and technology which are needed to know for successful processing of work. On this knowledge was made the current situation analysis of the issue. Then it was suggested solutions to meet these requirements. In conclusion, this solution is evaluated. This results in improved product quality and increase tool life on this machine.

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Představení společnosti ELVAC Automation s.r.o.	8
1.2	Historie společnosti	9
2	Přípravky	11
2.1	Rozdělení přípravků	12
2.2	Rentabilita přípravků	13
2.3	Princip ustanovení přípravků	14
2.4	Zásady volby materiálu přípravků	15
3	Stříhání	16
3.1	Princip stříhání	16
3.2	Deformační pásma při stříhání	18
3.3	Stříhání rovnoběžnými noži	18
3.4	Stříhání šikmými noži	19
3.5	Bezdeformační stříhání	20
4	Původní způsob bezdeformačního děrování	21
4.1	Stroj HPMR-A 3000	22
4.2	Děrovací jednotka	25
4.3	Střížný adaptér	27
4.4	Materiál adaptéru	28
5	Návrh konstrukčního přípravku	29
6	Závěr	32
7	Použitá literatura	33

Seznam použitého značení

a	Životnost přípravků	[rok]
CE	certifikace	[-]
d_{sc}	Průměr střížnice	[mm]
d_{sk}	Průměr střížníku	[mm]
k	Roční náklady na provoz	[% z P_p]
m	Jednotkové materiálové náklady	[Kč/ks]
M	Přímé (jednicové) mzdové náklady	[Kč/ks]
m_s	Střížná mezera	[mm]
n	Počet výrobků vyráběných v přípravku	[ks/rok]
O	Obrobek	[-]
P	Náklady na přípravek (pořízení, údržba)	[Kč/ks]
P_n	Přípravek nástrojový	[-]
P_o	Přípravek obrobkový	[-]
P_p	Cena přípravku	[Kč]
Re	Mez kluzu	[MPa]
R_s	Správní (podniková) režije	[% z M]
R_v	Výrobní (provozní, dílenská) režije	[% z M]
s	Časová jednotka	[s]
S	Stroj	[-]

1 Úvod

Bakalářská práce pojednává o bezdeformačním děrování na jednoúčelovém stroji. Zaměřuje se především na problematiku vznikající při této technologii. Tato metoda je poměrně mladá, nicméně její využití nalezneme téměř ve všech strojírenských odvětvích. Uplatňuje se především k výrově regálových systémů, žebříků, sloupů, topných teles apod. Proto je nezbytné provádět její inovace a tak zvýšit jakost výroby se současným snížením ekonomických zátěží této technologie.

Pro úspěšné zpracování problematiky bylo zapotřebí ovládat základní znalosti týkající se obráběcích přípravků a technologie stříhání popsané v teoretické části práce, které jsou s daným problémem úzce spjaté.

Po teoretickém rozboru stávající situace a problémů vznikajících s jejím používáním přichází na řadu praktická část, ve které se vytváří návrh nového řešení. Toto řešení musí splňovat technologičnost konstrukce ale především odstranit problémy s nedodržením požadavků na výrobky, zákazníkem kladené.

1.1 Představení společnosti ELVAC Automation s.r.o.

ELVAC je akciovou společností holdingového typu, která sdružuje skupinu dceřiných společností, poskytujících obchodně-technické a inženýrsko-dodavatelské služby v oblasti průmyslových a speciálních PC systémů, průmyslové automatizace a silnoproudé elektrotechniky. Dále tato skupina společností nabízí služby v oblasti ekologie, světelné a neonové reklamy a výroby jednoúčelových strojů a zabývá se také obchodními činnostmi.

Společnost ELVAC a.s. je také tradičním výrobcem širokého spektra strojů a zařízení. Hlavní specializací je konstruování a výroba jednoúčelových strojů a kompletačních linek. Tyto stroje a zařízení se využívají hlavně v automobilovém průmyslu.

Všechny stroje a zařízení jsou stavěny na nejvyšším standardu kvality, v souladu s certifikací CE a prověřeny řadou spokojených zákazníků po celém světě.

Při konstruování a výrobě všech zařízení, strojů a linek společnost uplatňuje inovativní a chytrá řešení, které usnadňují zpracování technického a funkčního zadání. Produkty jsou oblíbeny, zejména s ohledem na svou dlouhou životnost, přesnost, kvalitu práce a také spolehlivost.

Společnost si je vědoma, že základním měřítkem konkurenceschopnosti je kvalita poskytovaných produktů a služeb. A jenom zákazník je ten, kdo může tuto kvalitu potvrdit. Předvídat a pochopit potřeby zákazníka a naplnit je každodenní praktickou činností je proto základní filozofií společnosti. [1]



Obr 1.1 – Sídlo společnosti [1]

1.2 Historie společnosti

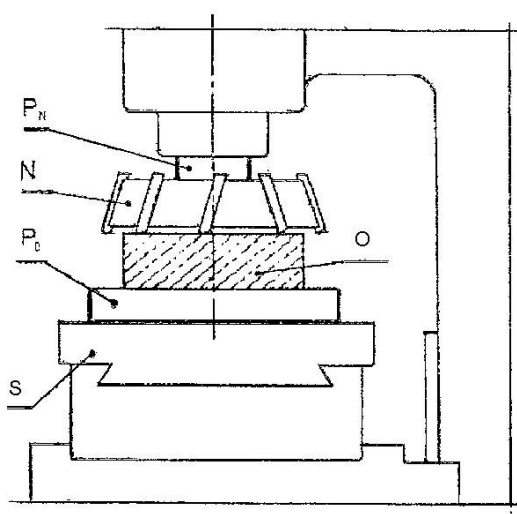
- 2011 V tomto roce společnost ELVAC, a.s. a její dceřiné firmy oslavily 20 let od vzniku firmy. Byla provedena generální rekonstrukce objektu na ul. Tavičská 23, který bude sloužit jako nové sídlo společnost ELVAC Ekotechnika, s.r.o. V témže roce společnost ELVAC IPC, s.r.o. vyrobila svůj jubilejní 10 000. průmyslový počítač.
- 2010 Rozšířili jsme hlavní podnikatelský areál na ul. Hasičská o 25%, na celkovou výměru 10 000 m². V prosinci roku 2010 firma dosáhla největšího konsolidovaného obrátu v měsíci, který se poprvé vyhouplnul přes 100 mil. Kč/měsíc

- 2009 Kompaktní řídicí jednotka RTU7.4 vyvinutá ve společnosti ELVAC IPC, s.r.o. zvítězila ve své kategorii v soutěži o nejlepší produkt roku v časopisu Control Engineering
- 2008 Změna názvu - v průběhu roku 2008 a 2009 všechny organizační jednotky holdingu postupně převzaly název ELVAC do názvu svých obchodních jmen místo pojmenování ELCOM. Tato změna odráží rozhodnutí o vstupu společnosti VAE CONTROLS, s.r.o., jakožto strategického partnera, do společnosti ELCOM GROUP a.s. Holding ELCOM GROUP a.s. majetkově vstoupil do společnosti SIRIUS Praha, s.r.o., čímž došlo k rozšíření společnosti ELCOM MACHINERY, s.r.o.
- 2007 Dceřiná společnost ELCOM MACHINERY, s.r.o. vybudovala úzký partnerský vztah se společností SIRIUS Praha s.r.o., který vyústil v nabídku a realizaci široké škály prostřihovacích strojů.

Společnost ELCOM GROUP, s.r.o. (Slovensko) rozšířila své aktivity pro Slovenskou republiku o regionální centrum v Bratislavě zaměřenou na dodávky zboží a služeb všech holdingových společností pro Slovenskou republiku.

2 Přípravky

Přípravky jsou jedním z prostředků ke zvýšení technické a ekonomické úrovně výroby, obecně řazené společně s měřidly jako nářadí a to pasivní, vedle nářadí aktivního – nástrojů. Jedná se o výrobní pomůcky k dosažení a zachování požadované vzájemné polohy nástroje a obrobku během jeho obrábění na obráběcím stroji. Jedná se tedy o prvky technologické soustavy obrábění (obr.1) nacházející se mezi strojem (S) a nástrojem (N), tj. přípravek nástrojový (P_n) nebo mezi strojem (S) a obrobkem (O), tj. přípravek obrobkový (P_o). [2],[13]



Obr. 1.2 – Stroj, nástroj, obrobek, přípravek [2]

Přípravky můžeme řadit podle několika různých hledisek, např. podle vyvození upínací síly na: ruční, hydraulické, pneumatické, elektromagnetické nebo podle technologie obrábění na: soustružnické, frézovací, brousící vrtací atd.

2.1 Rozdělení přípravků

Nejběžnější dělení přípravků je podle rozsahu použití na:

- Univerzální – běžné, normální, komunální, které standardně tvoří obvyklé příslušenství strojů a jejich použití je především v malosériové a sériové výrobě. Do této skupiny patří:
 - Přístroje, což jsou složitější nástrojové nebo obrobkové přípravky, pro jejichž seřízení popř. výměnu prvků je zapotřebí méně času a jsou přizpůsobitelné pro různé nástroje či obrobky, případně operace v kusové a sériové výrobě. Jsou to například universální sklíčidla, lící desky, dělicí přístroje, vícevřetenové vrtací hlavy, rychloupínací vrtací přístroje, stolní svěráky apod.
 - Upínací nářadí, jenž představují přípravky jednoduché konstrukce pro upínání nástrojů (např. frézovací trny, nožové drážky, vrtací tyče, upínací a redukční pouzdra apod.) či obrobků (hroty, unášče, lunety apod.)
 - Normalizované prvky přípravků (šrouby, výstředníky, upínky, opěry, vrtací pouzdra apod.).
- Speciální – které jsou svou konstrukcí přizpůsobené pro určitý nástroj, obrobek či operaci. (s využitím normalizovaných prvků, případně i nářadí a přístrojů). Tyto přípravky se využívají především ve výrobě s vyšší sériovostí.
- Hybridní – nacházející se mezi univerzálními a speciálními:
 - Skupinové, které jsou konstruovány pro jednu operaci vykonávanou na skupině různých obrobků. Jsou tedy do určité míry univerzální. Na rozdíl od univerzálních přípravků, které sice nejsou určeny pro jakékoli obrobky a operace, ale pro skupiny obrobků a operací které jsou definované značně velkým množstvím nebo bez uvedení konečného počtu. Například sklíčidlo, které je určeno pro rotační obrobky v určitém rozsahu průměrů.

- Stavebnicové (modulární), které jsou především určeny pro konkrétní obrobek, případně i skupinu daných obrobků. Jsou vyrobeny smontováním z předem sériově vyrobených částí (modulů), které jsou u výrobce kompletovány do souprav (univerzálních stavebnic), které u uživatele umožňují montáž různých přípravků. Charakterem se blíží speciálním přípravkům, ale moduly mají méně univerzální charakter. Při návrhu jsou obvykle doplňovány normalizovanými prvky. [2]

2.2 Rentabilita přípravků

Přípravky je vhodné použít, jestliže splňují podmínku rentability, tzn. Náklady na výrobu či pořízení přípravku musí být pokryty úsporami při jeho používání, které závisí především na počtu výrobků, jenž budou v přípravku vyrobeny. Je zřejmé, že přípravky určené pro velké množství kusů budou konstrukčně složitější a tudíž i finančně nákladnější. Proto je zapotřebí před samotnou výrobou či zakoupení přípravku posoudit rentabilitu přípravku. K posouzení nezbytné znát alespoň jeho koncepci a to nejlépe v několika variantách. [2]

Rentabilita se určuje na základě výrobních (vlastních) nákladů na výrobek v dané operaci, které se určí z kalkulačního vzorce:

$$N = m + M + R_v + R_s + P \text{ [Kč / ks]} \quad [2]$$

Kde :

N	náklady	[Kč/ks]
m	jednotkové náklady	[Kč/ks]
M	mzdové náklady	[Kč/ks]
R_v	výrobní režie	[% z M]
R_s	správní režie	[% z M]
P	náklady na speciální stroje a nářadí	[Kč/ks]

Posouzení, zda je vhodnější použít v dané operaci variantu první, druhou popřípadě zdali ji vůbec použít provedeme porovnáním nákladů N_1, N_2 u jednotlivých variant s tím, že v uvedeném vztahu bereme k úvahu pouze M , R_v a P , protože ostatní složky N nebudou zavedením přípravku podstatně ovlivněny. [2]

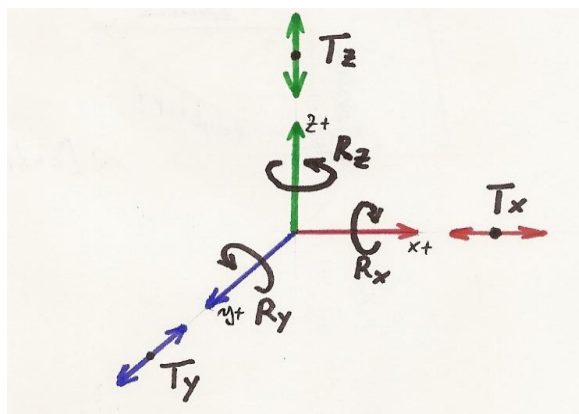
$$N = M \cdot \left(1 + \frac{R_v}{100} \right) + \frac{P_p \left(1 + \frac{a \cdot k}{100} \right)}{a \cdot n} \quad [2]$$

Kde:

P_p	cena přípravku	[Kč]
a	životnost přípravku	[rok]
k	roční náklady na provoz	[% z P_p]
n	počet výrobků vyrobených v přípravku	[ks]

2.3 Princip ustanovení přípravků

Ustanovení lze definovat jako zajištění obrobku nebo nástroje do jednoznačné polohy, která je pro určitou operaci na daném výrobním zařízení požadovaná. Pouze obrobky, které jsou správně polohově ustanovené, zaručují přesnost v požadované toleranci. Základy správného ustanovení obrobků v přípravku vycházejí z teorie stupňů volnosti. Těleso má v prostou 6 stupňů volnosti. Jedná se o 3 stupně volnosti tzv. translační (těleso se může posouvat ve směru os) a volnosti rotační (těleso se může otáčet kolem každé osy). Pokud odebereme všechny stupně volnosti, těleso bude dokonale fixováno. [3]



Obr. 2.1 – Stupně volnosti [3]

2.4 Zásady volby materiálu přípravků

Volený materiál musí splňovat veškeré požadavky, které jsou kladené na daný přípravek (dostatečná pevnost, tuhost, přesnost, odolnost proti otěru, apod.). [4]

Při volbě materiálu se bere ohled na následující hlediska:

- namáhání, opotřebení tvar a funkci daného přípravku a jeho částí,
- nejmenší stupeň obrobení jednotlivých součástí přípravku,
- pracovním prostředím, ve kterém bude přípravek pracovat,
- požadovanou přesnost obrobku a tím i přípravku,
- cenu, dostupnost materiálu, normalizovaných částí, výrobních možností,
- hmotnost přípravku.

3 Stříhání

Stříhání se obecně řadí mezi technologie plošného tváření. Používá se jednak pro přípravu polotovarů nebo pro vystříhování součástí z plechů, které mohou mít konečné použití, nebo budou určeny pro další technologie. Krom klasického stříhání existují další operace, které do této skupiny patří. Jedná se například o děrování, vystříhování, ostříhování, přistříhování atd. Dále stříhání můžeme dělit podle teploty, při které proces probíhá na:

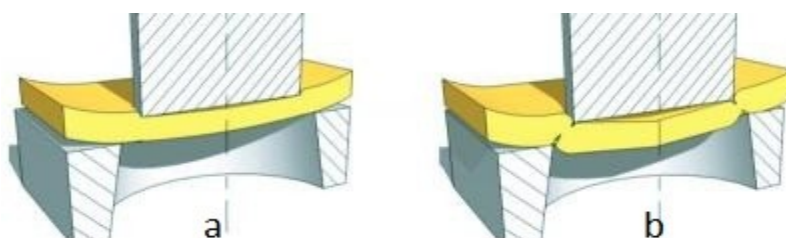
- stříhání za studena – jen pro měkčí oceli (do pevnosti 400 MPa) nebo pro plechy,
- stříhání za tepla – pro tvrdší a tlustší materiály ohřevu na teplotu 700 °C. [5]

3.1 Princip stříhání

Stříhání je všeobecný termín používaný pro dělení plechů. Jedná se tedy o oddělování části materiálu působením protilehlých řezných hran způsobující v řezné rovině smykové napětí, které překročí mez kluzu R_e materiálu a tak dojde k oddělení. Stříhání probíhá ve 3 základních fázích, které začínají při dosednutí střížného nástroje na stříhaný materiál.

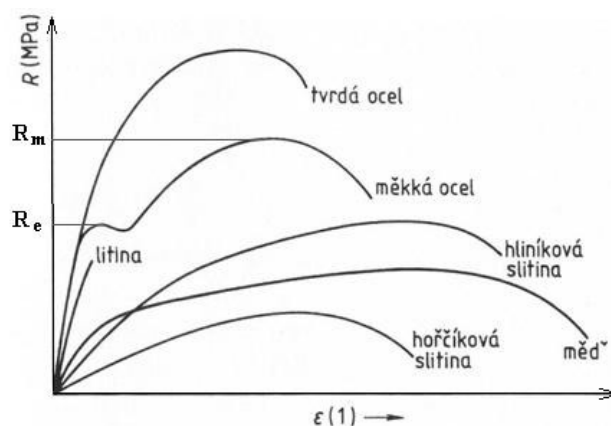
- V první fázi (obr. 3a) dochází k pružné deformaci stříhaného materiálu. Napětí ve stříhaném materiálu je přitom menší než napětí mezi úměrnosti. Hloubka vniku střížníku do materiálu závisí zejména na mechanických vlastnostech materiálu a bývá 5 – 8 % jeho tloušťky. Stříhaný materiál je namáhán silou působící v ploše mezi obvodem střížníku a střížnice.
- Ve druhé fázi (obr. 3b) je napětí větší než mez kluzu stříhaného materiálu a dochází k jeho trvale deformaci. Hloubka vniku do stříhaného materiálu v této fázi bývá 10 - 25 % jeho tloušťky.

- Ve třetí fázi je stříhaný materiál namáhán nad mez pevnosti ve stříhu. Nejdříve vzniknou u hran střížníku a střížnice mikrotrhliny a následně makroskopické trhliny, jejichž tvorba je podporována napjatostí ve stříhaných vláknech zpracovávaného materiálu. Vzniklé trhliny se rychle prodlužují, až dojde k oddělení materiálu. Rychlost vzniku a postup trhlín je závislá na mechanických vlastnostech stříhaného materiálu ale především na střížné vůli, která má významný vliv na kvalitu výstřížku. [6], [11]



Obr. 3.1 – Princip stříhání [6]

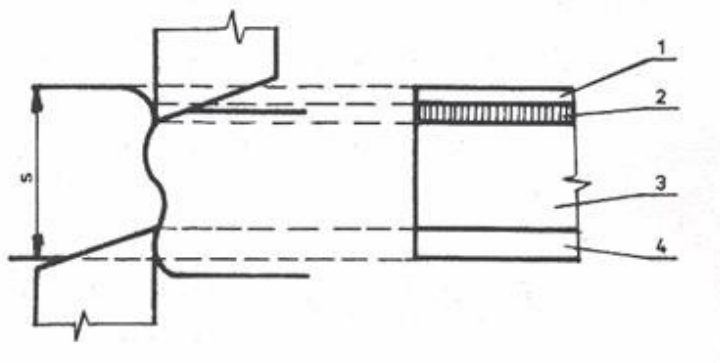
a) Pružná deformace, b) trvalá deformace



Obr. 3.2 – Tahový diagram pro různé materiály [7]

3.2 Deformační pásma při stříhání

V místě a okolí stříhu dochází k trvalé deformaci materiálu tudíž i ke zpevnění a snížení tvárnosti. Střížnou plochu lze rozdělit na 4 pásma (obr. 3.3). [6]



Obr. 3.3 – Deformační pásma při stříhání [5]

Kde:

1 – pásmo zaoblení (pružná deformace)

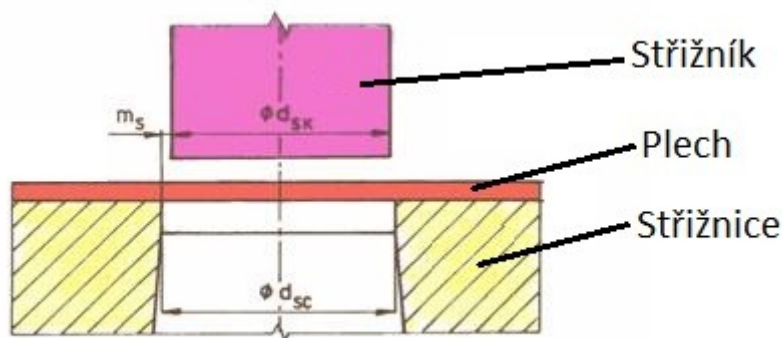
2 – pásmo utržení

3 – pásmo smyku (plastické deformace)

4 – pásmo odtlačení

3.3 Stříhání rovnoběžnými noži

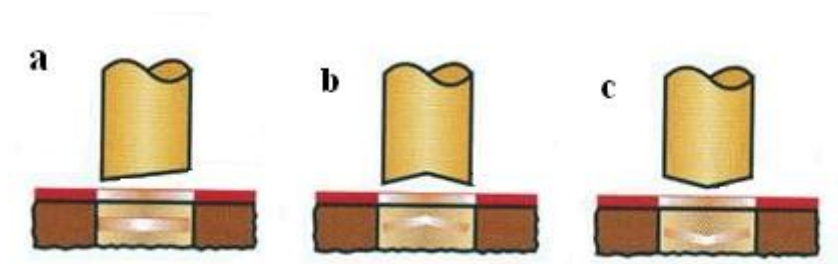
Ke stříhání rovnoběžnými noži se používá nástroj, který se skládá ze střížníku a střížnice, mezi nimiž je střížná vůle respektive střížná mezera m_s . Sestrojit nástroj bez střížné mezery nelze bez nutných úprav, které zamezují nebezpečí vzniku havárie. K docílení kvalitního výstřížku je důležitá optimální vůle mezi střížníkem a střížnicí. Výrobní zkušenosti udávají hodnotu střížné vůle pro jednotlivé materiály (% tloušťky plechu) následovně: měď, hliník – 4 %, mosaz, ocel 1 001 – 5 %, ocel 11 340, 11 420 – 6 %, ocel 11 500, 11 700 – 7 %, dural – 10 %. [5],[14]



Obr. 3.4 – Schéma stříhání rovnoběžnými noži [5]

3.4 Stříhání šikmými noži

Stříhání šikmými noži se uplatňuje v případě, kdy je zapotřebí snížit sílu potřebnou k vykonání požadovaného stříhu a to na základě zmenšení plochy stříhu. Stříhaný materiál a střižník mezi sebou svírají určitý úhel. Na tomto úhlu bude záviset potřebná velikost střižné síly a také průběh stříhu. Jednostranné zkosení střižníku (obr. 3.5a) se používá pouze při nastřihování, protože při tomto procesu vzniká zatížení, které má snahu nástroj vychýlit z osy. Pro vystřihování je proto vhodnější použít zkosení oboustranné (obr. 3.5b; 3.5c), kdy se nám vzniklé síly vyruší. [5]

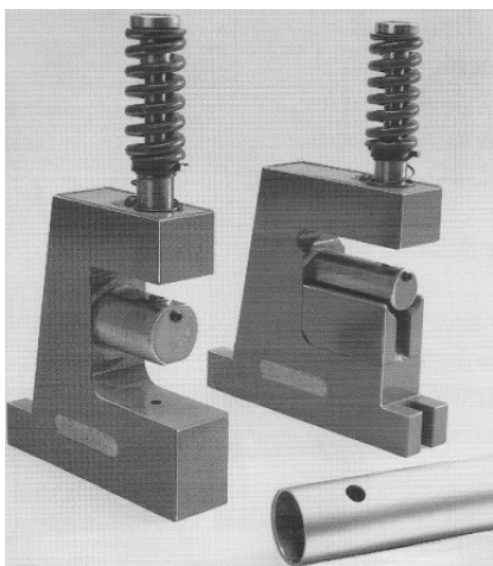


Obr. 3.5 – Stříhání šikmými noži [5]

a) Jednostranné zkosení, b,c) oboustranné zkosení

3.5 Bezdeformační stříhání

Prostřihávání otvorů do uzavřeného profilu běžným způsobem popsaného v kapitole 3.3 je v praxi nepoužitelné z důvodu změny tvaru v důsledku působení střížné síly. Aby se stříh uskutečnil bez nežádoucí deformace profilu, je nutno jej vystužit a to vsunutím podpěrné tyče, která zajistí dostatečnou tuhost v místě stříhu. Při tomto procesu musí být zajištěna souosost střížných nástrojů. Touto metodou lze vytvářet různé otvory do všech profilů. Podmínkou je, že vsunutá podpěrná tyč musí odpovídat skutečnému tvaru profilu. Limitující je také délka děrovaného profilu. [9]



Obr. 3.6 – Stříhadlo pro bezdeformační stříhání [9]

4 Původní způsob bezdeformačního děrování

V současné době se pro děrování do uzavřených profilů využívají stroje:

HPM-L-A

Jedná se o hydraulický prostřihávací automat s lineárním motorem, lineárním odměřováním osy stříhu a numerickým řízením. Je vhodný pro velké objemy děrovaných profilů s velkým počtem otvorů i s jejich různými roztečemi. [10]



Obr. 4.1 – Stroj HPM-L-A [10]

HPM-R-A

Jedná se o hydraulický prostřihávací stroj s rotačním motorem hlavní polohové osy, lineárním odměřováním osy stříhu a numerickým řízením. Je vhodný pro větší série a pro profily s větším množstvím stejných otvorů. [10]



Obr. 4.2 – Stroj HPM-R-A [10]

HPM-M

Jedná se o prostřihávací stroj s vlastním hydraulickým pohonem a ručním posuvem prostřihávaného profilu. Je vhodný pro malé a střední série, při kterých se děrují profily s větším množstvím stejných otvorů. Rozteč může být různá, ale poloha otvorů musí být pro všechny profily série stejná. [10]



Obr. 4.3 – Stroj HPM-M [10]

V bakalářské práci bude problematika bezdeformačního děrování soustředěna na stroj HPMR – A. U tohoto stroje se firma ELVAC a. s. potýkala s problémy dodržením tolerancí vyrobených děr, které byly kladené zákazníkem.

4.1 Stroj HPMR-A 3000

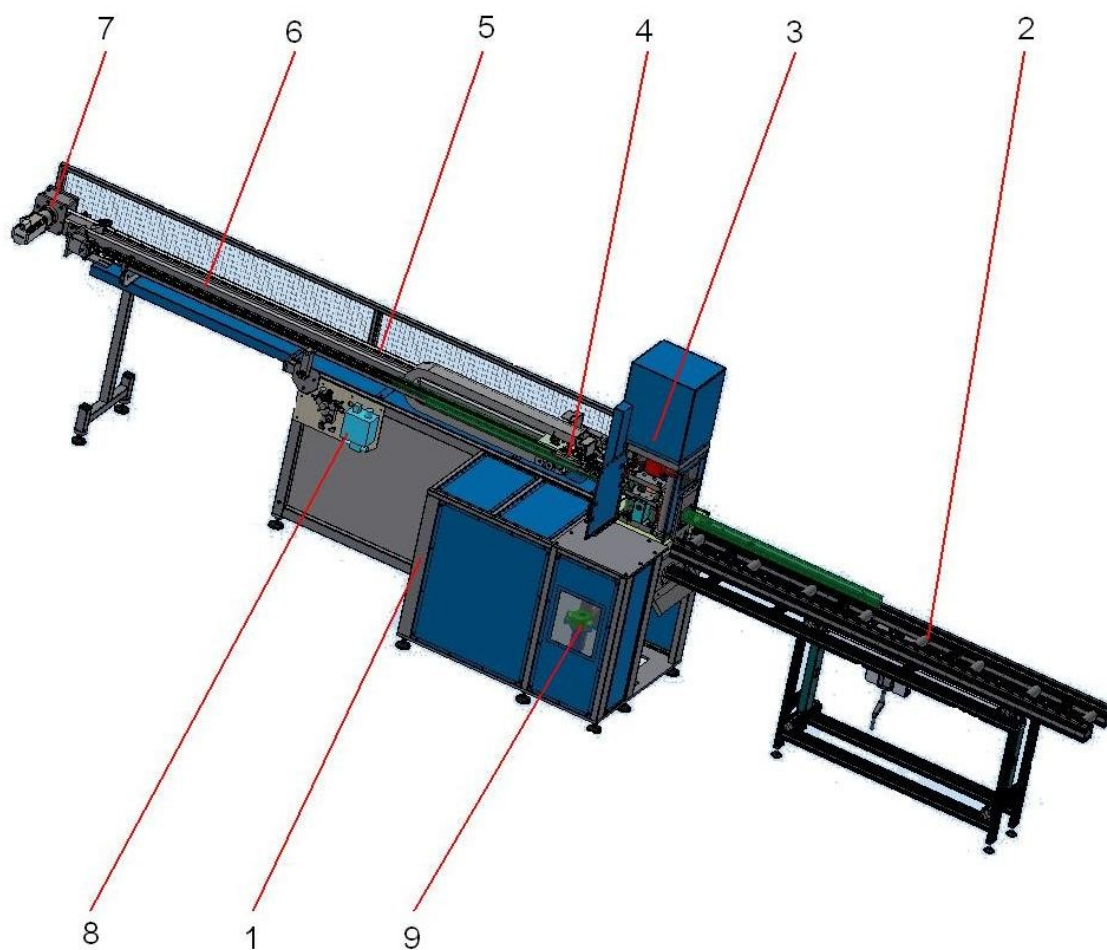
Jedná se o jednoúčelový děrovací stroj, standardně určený pro bezdeformační děrování do uzavřených, zřídka do otevřených profilů z hliníkových slitin a konstrukčních ocelí třídy 11 375. Profily určené k děrování jsou ukládány na dopravník stroje, pomocí obsluhy ručně nasunuty na adaptérovou tyč a následně uchyceny do kleští. Děrování se provádí v děrovací jednotce, která je poháněna válcem hydraulického zařízení (silové zařízení) s pracovní silou v jedné ose. Poloha a délka zdvihu hydraulického válce děrovacího zařízení je řešena pomocí odměřovacích čidel (bezkontaktních snímačů). Posuv profilu v požadované rozteči otvorů s upnutím v hydraulických kleštích je realizován lineárním motorem (pro velké série) nebo servomotorem (pro malé série). Manuálně (pro kusovou výrobu). Vyhodnocení polohy lineárního motoru je umožněno lineárním odměřováním. Volbu rozteče děrování lze zadat digitálně. Stroj je schopen kontrolovat nežádoucí vysouvání profilu z hydraulických kleští a tak včasné zamezit výrobě zmetku. Dále je stroj schopen kontrolovat délky děrovaných profilů pomocí laserového odměřovacího čidla. Jelikož je stroj jednoúčelový, výroba nástrojů a nářadí je realizována dle specifikace zákazníka. [8]

Technické parametry stroje

Maximální prostřihávací síla:	135 kN
Čas pracovního cyklu:	1,1-1,2 s (na stříh vč. prejezdu)
Maximální délka děrovaného profilu:	3000 mm
Prostřihávaný profil:	30x30x2,5 – max.3000
Posuvné a krokovací zařízení:	Servomotor s převodovkou
Délka:	6050 mm
Šířka:	900 mm
Výška:	2000 mm
Výška pracovního stolu hlavního rámu:	930 mm
Celková hmotnost:	1200 kg
Celkový příkon:	4,2 kW
Elektrická soustava:	3NPE AC 50Hz 400V/TN-C-S

Postup práce na stroji:

1. vizuálně kontrola stroje, následné zapnutí
2. kontrola přepínače, jeli přepnut do polohy „provoz“
3. zvolení programu děrování
4. položení profilu na dopravník
5. nasunutí profilu na adaptérovou tyč s adaptérem a dorazit jej na doraz (čelisti) v upínacích kleštích
6. nastavení mazání na požadovanou rozteč děrování
7. opustit pracovní prostor stroje
8. spustit cyklus děrování
9. po skočení automatického cyklu, tj. po vyděrování všech otvorů vyjmout vyděrovaný profil z prostoru prostřihávací jednotky
10. vysypat z profilu odpady
11. opakování cyklu od kroku 4. [12]



Obr. 4.4 – Stroj HPMR-A 3000 [11]

Kde:

1 - Rám stroje

2 - Dopravník

3 - Děrovací jednotka

4 – Kleště

5 - Vodící nosník

6 - Adaptérová tyč

7 - Pohon posuvu

8 - Pneumatická jednotka

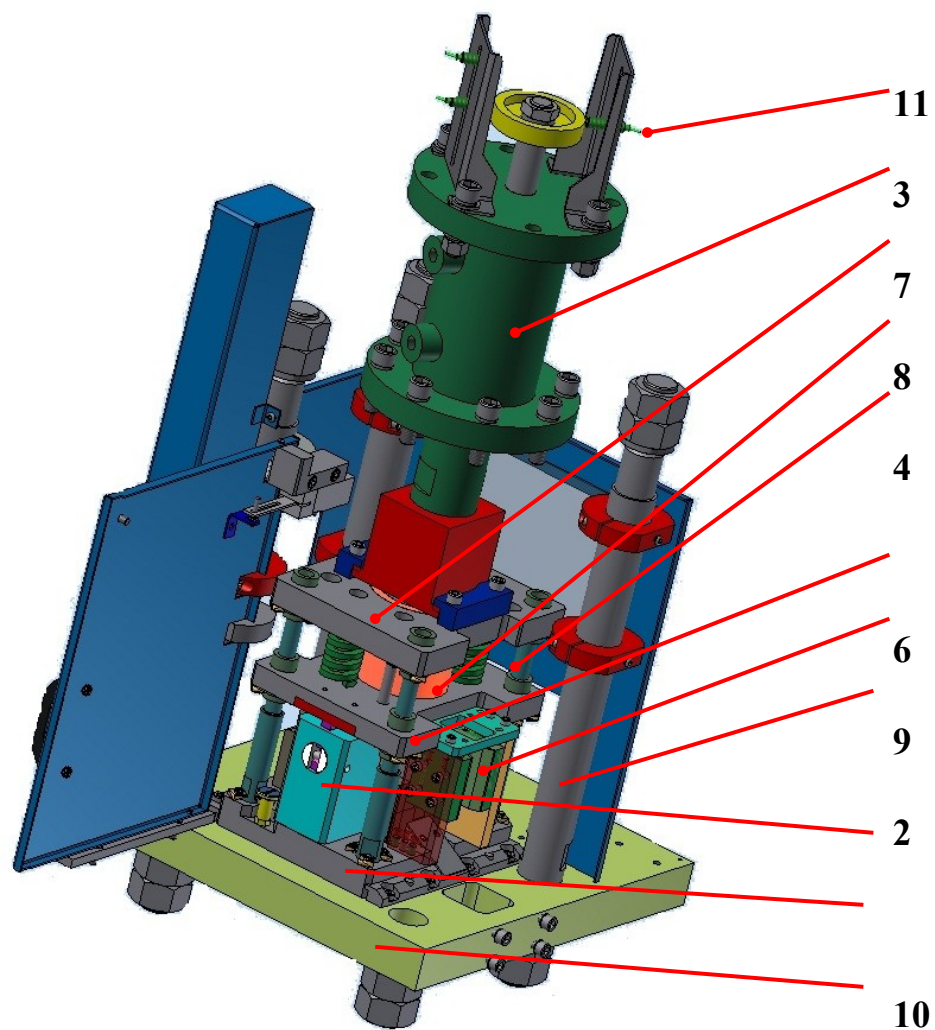
9 - Hydraulická jednotka

Údržba stroje

Předpokládaná životnost stroje je dána životností hydraulických prvků, které lze však velmi snadno vyměnit nebo opravit. Životnost stroje je stanovena na 50 tis. pracovních hodin do nutné opravy. Aby stroj po tuto dobu spolehlivě pracoval je nutno dbát na údržbu. Hydraulický systém nevyžaduje žádnou speciální údržbu. Je nutno jej však udržovat v čistotě a nedopustit vzniku mechanického poškození pístnic. Po uplynutí cca 1 roku provozu stroje je nutné „odpustit“ olej z hadic, trubek v přívodu oleje ke všem válcům. Po odpuštění oleje je nutné doplnit patřičné množství oleje do hydraulického agregátu. Hlavně je nutno kontrolovat dostatek hydraulického oleje 1x za měsíc nebo při zjištění jeho úniku. Životnost hydraulického oleje je cca 5 000 provozních hodin. Po celou dobu životnosti je nutno mazat funkční plochy stroje. [12]

4.2 Děrovací jednotka

Děrovací jednotka (obr. 4.5) je nejdůležitější částí stroje, ve které probíhá samotný proces děrování. Jejím silovým členem je hydraulický válec, jehož zdvih je kontrolován elektronickými čidly horní a dolní polohy. Z důvodů zkrácení strojních časů bylo doplněno pracovní čidlo za účelem zrychlení pracovního cyklu, které se nachází mezi čidlem horní a dolní polohy. Profil určený k děrování je do pracovního prostoru směřován pomocí naváděcích kamenů. Po najetí profilu na požadovanou polohu je mechanicky zajištěna pozice v příčném směru pomocí upínacích kamenů. Střížník je z bezpečnostních důvodů uložen v pružném pouzdru pod hranou strhávače, který při stlačení hydraulického válce nejprve vymezení vůle mezi děrovaným profilem a deskou strhávače v radiálním směru a následně se zdeformuje pružné pouzdro osazené střížníkem a tak umožní vysunutí nástroje, který provede stříh. [8]



Obr. 4.5 – Děrovací jednotka [8]

Kde:

1 – Základna

2 – Nosné sloupy

3 – Hydraulický válec

4 – Vodící sloupy

5 – Spodní deska

6 – Střední deska

7 – Horní deska

8 – pružné pouzdro

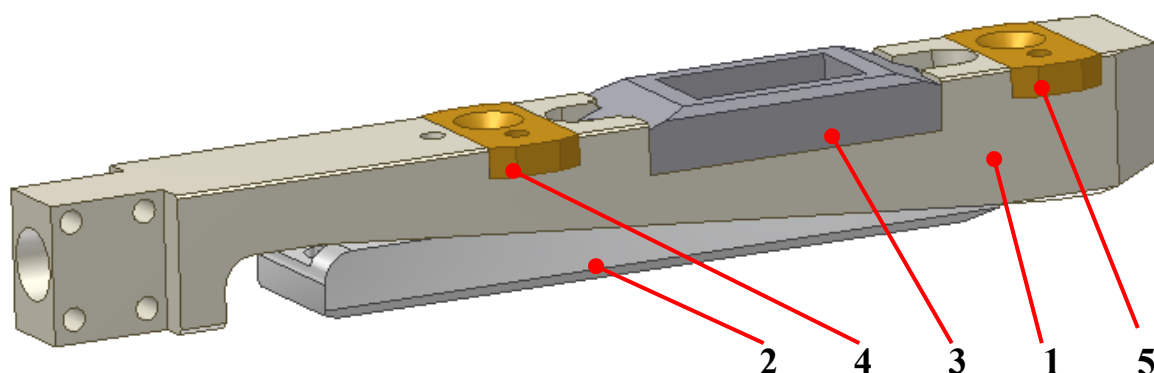
9 – Naváděcí kameny

10 – středění profilu

11 – Čidla polohy

4.3 Střížný adaptér

Z dlouholetých zkušeností firmy se prokázalo, že při děrování otvorů do profilového materiálu je největší problém, aby profilu zůstala jeho tvarová stálost při působení střížné síly. V místě stříhu musí být tedy zajištěna dokonalá tuhost, kterou docílíme vsunutím adaptérové tyče do děrovaného profilu. Při tomto procesu musí být zajištěna souosost střížníku a střížnice, kterou v podélném směru seřídíme pomocí stavitelného šroubu na adaptérové tyči. Adaptér musí být tedy v daném profilu jednoznačně ustaven, což je poměrně složité vzhledem k tomu, že profilové tyče jsou vyrobeny v určité toleranci a ne vždy jsou dokonale rovinné. Původním řešením bylo vytvoření adaptéru s rozpínacím klínem, který nám vymezoval vůli výšky profilu, doplněn o středící kameny vymezující vůli šířky profilu. Kameny bylo nutno brousit pro každou sérii profilů zvlášť z důvodů výrobních tolerancí. Při používání tohoto adaptéru se vyskytl problém především se zadíráním adaptéru v profilu, který nebyl ideálně rovný. Dalším a to nejdůležitějším problémem bylo nedosažení požadované osové tolerance děr $\pm 0,2$ mm. [8]



Obr. 4.6 – Adaptér se středícími kameny [8]

Kde:

1 – Tělo adaptéru (upnuto na vodící tyč)

3 – Střížnice

2 – Rozpínací klín (vymezuje výšku děrovaného profilu)

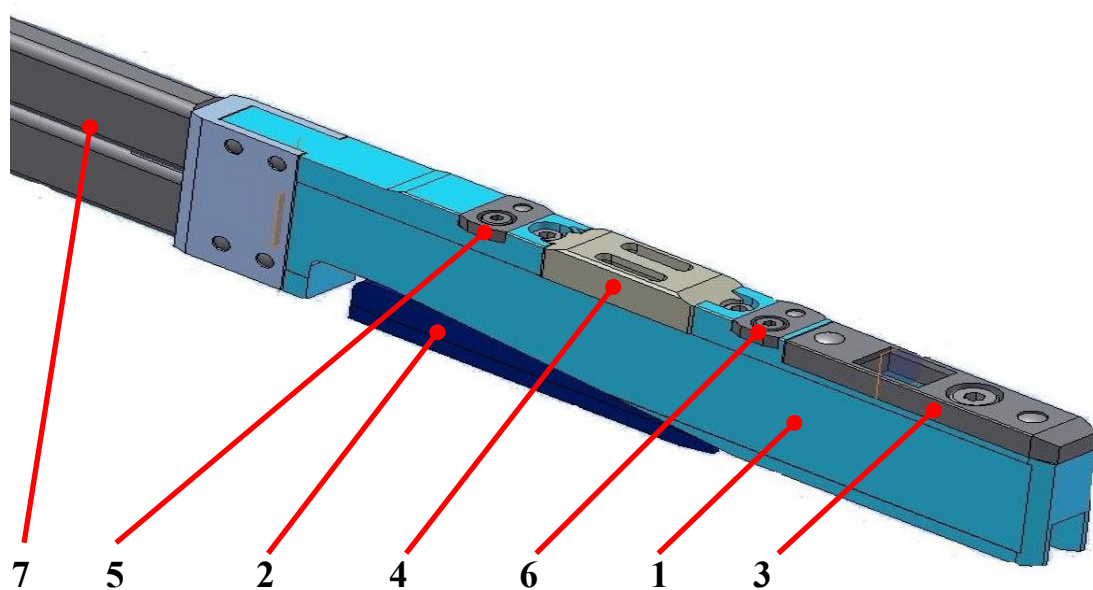
4 ,5 – Středící kameny (vymezují šířku děrovaného profilu)

4.4 Materiál adaptéru

Z dlouholetých zkušeností firmy je tělo adaptéru společně s rozpínacím klínem, vedením středícího palce a střižnicí standardně vyrobeno z nástrojové oceli třídy 19 452.4, která zaručuje požadavky na materiál kladené. Jedná se o nízkolegovanou nástrojovou ocel pro práci za studena. Vhodnou pro řezné, stříhací a tvářecí nástroje. Střižnice je z důvodů zvýšení životnosti povlakovaná vrstvou TiCN (titan – karbo – nitrid). Středící kameny, které se brousí pro jednotlivé série profilů, jsou vyrobeny z oceli třídy 11. [8]

5 Návrh konstrukčního přípravku

Jak už bylo uvedeno v předcházející kapitole, firma ELVAC a. s se potýkala s problémem nedodržení osové tolerance děr předepsané odběratelem stroje. Z tohoto důvodu se tedy začalo hledat vhodnější řešení, jak odstranit problémy na adaptéru se středícími kameny a tak docílit požadované osové tolerance ($\pm 0,2$ mm) a vyřešit tak i občasné zadření adaptéru v děrovaném profilu. Konstrukce stávajícího adaptéru, kde už středící kameny plnily funkci pouze hrubého vystředění šířky profilu, byla doplněna o vedení středícího palce, pomocí kterého se před každým stříhem adaptér vystředí, a tak zajistí ideální ustanovení s děrovaným profilem. Středící palec (obr. 5.2) je z důvodu odolnosti vůči opotřebení vyroben z nástrojové oceli třídy 19 452.4. Bezprostředně po vystředění dochází ke stříhu.



Obr. 5.1 – Adaptér středěný prstem

Kde:

1 – Tělo adaptéru

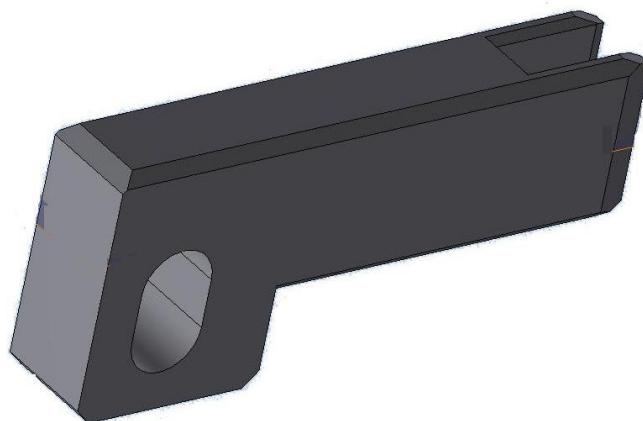
4 – Střižnice

2 – Rozpínací trn

5,6 – Středící kameny

3 – Vedení středícího prstu

7 – vodící tyč

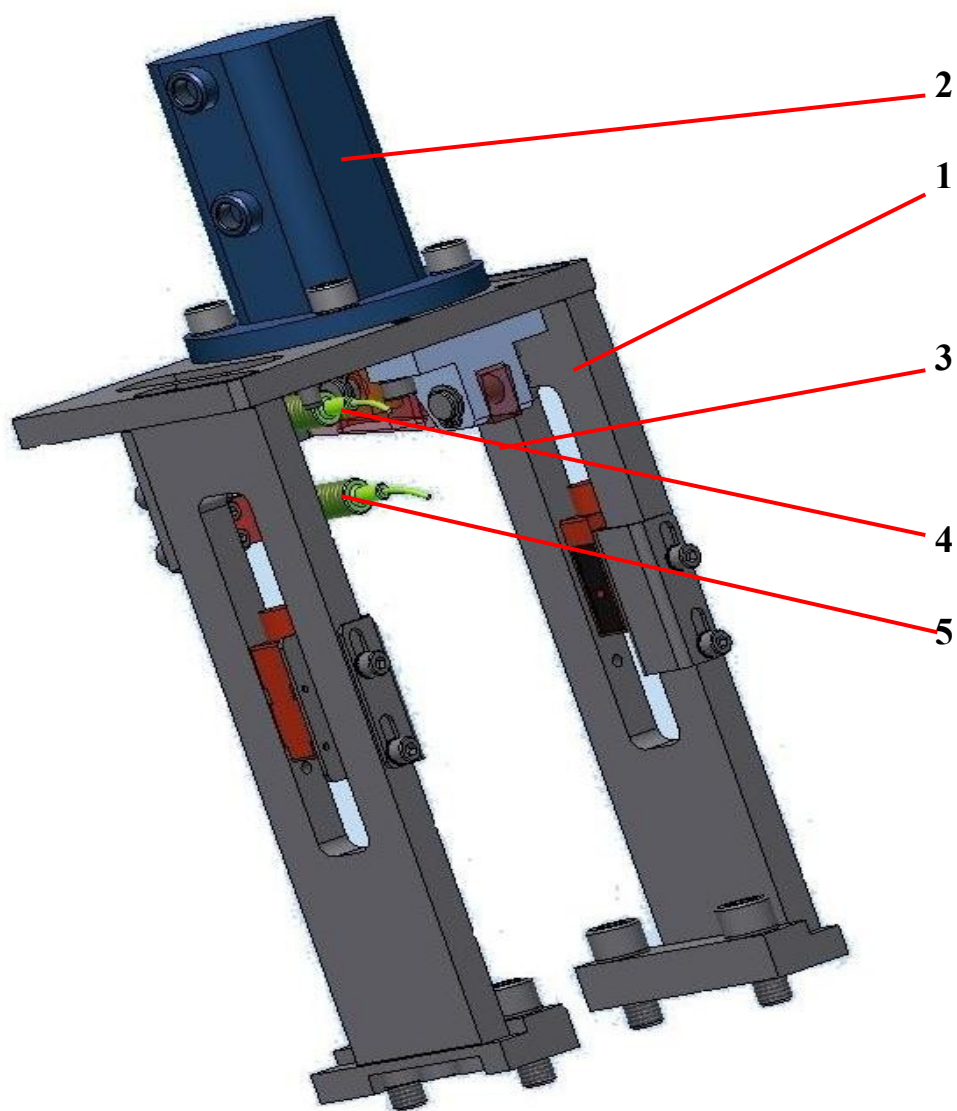


Obr. 5.2 – Středící prst

Aby adaptér mohl středit tzv. palcem, bylo zapotřebí na stroji provést další konstrukční úpravu. Jedním z požadavků odběratele bylo, aby strojní čas na jeden stříh včetně přejezdu nepřekročil stávající čas 1,2 s. Po tuto dobu se tedy musel vystředit adaptér palcem, upnout a bezprostředně dojít ke stříhu.

Nejvhodnějším řešením tedy byla hydraulická soustava doplněna o elektrická čidla. Hydraulický válec zajistil posuv palce do adaptéru a čidla mají za úkol kontrolovat horní a dolní polohu palce. Výsledkem byl most středění (obr. 5.3). Ten byl umístěn v přední části děrovací jednotky.

Do cyklu děrování přichází nejdříve ve 100 mm vzdálenosti od počátku profilu. Podle děrovaných roztečí, zpravidla na třetí otvor. Otvary v přední části profilu není nutno středit z důvodu počáteční dostatečné přesnosti. Nevýhodou středění touto metodou je určitá neuniverzálnost. Středícím palcem totiž můžeme středit pouze určité rozteče děr.



Obr. 5.3 – Most středění

Kde:

1 – Rám mostu

2 – Hydraulický válec

3 – pohybový palec

4,5 – čidla horní a dolní polohy

6 Závěr

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku bezdeformačního děrování do uzavřených profilů na jednoúčelovém stroji. Jedním z výrobců strojů, určených k bezdeformačnímu děrování je firma ELVAC a. s., která má s výrobou těchto strojů a zařízení více jak desetiletou zkušenost. Nicméně firma si je vědoma toho, že je na místě provádět inovace strojů a jejich částí za účelem zvýšení jednak jakosti výrobků ale také životnosti strojů a tak vyhovět naprosté spokojenosti zákazníků. Výrobky zhotovené na těchto strojích mají široké uplatnění především k výrobě regálových systémů, žebříků, oplocení, topných těles atd.

Při provozu stroje HPMR-A 3000 popsaného v této práci se firma potýkala s problémy:

- dodržením osové tolerance vyrobených děr požadované odběratelem stroje,
- občasným zadřením přípravku v nedokonale rovinném profilu.

Tyto důvody měli za následek hledání nového způsobu ustanovení adaptéru popsané v kapitole 5. Jelikož děrovací stroje jsou téměř plně automatické, byl stěžejním měřítkem čas na výrobu jednoho otvoru včetně jeho vystředění. Tento čas neměl přesáhnout stávající 1,2 sekundy, za kterou byl schopen stroj zhotovit otvor s pomocí původního řešení tj. s použitím adaptéru středěného pomocí kamenů.

Oba problémy vznikající u původního řešení byly odstraněny novou konstrukcí adaptéru. Původní adaptér byl tedy doplněn o vedení středícího prstu a na stroji byl vytvořen most středění. Tyto konstrukční úpravy zaručují dokonalé vystředění děrovaného profilu do osy. Dále odstraňují nežádoucí zadírání adaptéru v profilu. Díky sousosti střížnice a střížníku se rapidně snižuje nebezpečí vzniku kolize. Tím se prodlužuje životnost nástrojů, jejichž zpracování a výroba je ekonomicky náročná. Nové řešení má dále pozitivní vliv na jakost střížné plochy a tím celého výrobku.

Cíle této bakalářské práce byly splněny dle zadání a je pouze na uvážení firmy ELVAC a. s., zdali navržené změny aplikuje v praxi.

7 Použitá literatura

- [1] *Elvac a.s.* [online]. c1998-2009 [cit. 2009-12-21]. Dostupný z WWW:
<<http://www.elvac.cz>>.
- [2] DUŠÁK, Karel. *Obráběcí přípravky*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. 186 s. ISBN 978-80-7372-260-9.
- [3] MRKVICA, Miloš. *Přípravky a obráběcí nástroje*. 3. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2001. 188 s. ISBN 80-707-8941-7.
- [4] ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno: CERM, 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
- [5] Technologie II: Tváření kovů. LENFELD, Petr. [online]. Liberec [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm
- [6] Akademie tváření: Stříhání. [online]. 2010 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-strihani.html>
- [7] MIKEL, Lukáš. Strojírenská technologie: Vlastnosti materiálů. [online]. 2007 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: http://www.strojirenstvi.wz.cz/stt/rocnik1/06a_pruznost_pevnost.php
- [8] ELVAC. *Office*. Ostrava: ELVAC, 2012
- [9] *Punch Tools* [online]. c2010 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW:
<<http://www.punchtools.com>>.
- [10] HYDRAULIC PUNCHING MACHINES. [online]. Ostrava [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.elcomgroup.eu/automation/download/catalogue-punching-machines-EN.pdf>
- [11] VASILKO, Karol, Jindřich HRUBÝ a Ján LIPTÁK. *Technológia obrábania a montáže: Vysokošk. učeb. pre strojníc. a elektrotechn. fak. VŠDS*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1991. ISBN 80-050-0807-4.

- [12] ŠVEC, RADOMÍR. *NÁVOD PRO OBSLUHU HPML-A-3000-2: INSTAL - PROJEKT*. Ostrava, 2010, 27 s.
- [13] MONKA, Peter a Alena PAULÍKOVÁ. *Top trendy v obrábění: Upínanie, prípravky a meradlá*. MEDIA/ST, 2007, s. 176.
- [14] VASILKO, K., MARCINČIN, J., HAVRILA, M.: *Výrobné inžinierstvo*. Prešov: FVT, 2003, 424 s., ISBN 80-7099-995-0

Poděkování:

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Lence Petřkovské, Ph.D.

a konzultantovi Ing. Davidovi Šťastnému za jejich rady a drahocenný čas, který mi věnovali při řešení dané problematiky.